

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Proyecto:

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RILES FRIVAL

Solicitado por:

PROCESADORA DE CARNES DEL SUR LTDA.



AGOSTO DE 2013

OT 4213



Capítulo	Página
I Resumen	2
II Antecedentes	3
III Material y Métodos	3
3.1. Muestreo y Análisis de Agua	3
3.2. Muestreo y Análisis de Sedimento	4
IV Resultados	7
4.1. Sitio de Estudio	7
4.2. Análisis en Agua	8
4.3. Condiciones Ecológicas y del Sedimento	12
4.3.1. Materia Orgánica Total y Carbono Orgánico Total	12
4.3.2. Granulometría	17
4.3.3. Potencial de Hidrógeno (PH) y Redox del sedimento	20
4.3.4. Macrofauna Bentónica	22
4.3.5. Parámetros Comunitarios	23
4.3.6. Clasificación y ordenación numérica	28
4.3.7. Curvas ABC	30
V Discusión y Conclusiones	32
VI Bibliografía	37
VII Anexo 1 - Informes de Laboratorio Sedimento	39
Anexo 2 - Informes Análisis Agua	40
Anexo 2 – Permiso Shoa	41

Elaborado por:

Andrés Torres R.
Ingeniero en Medio Ambiente y Manejo Costero



I.- RESUMEN

En Agosto de 2013 se efectuó el monitoreo ambiental correspondiente al Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) anual que atañe al Proyecto "*Sistema de tratamiento de RILES FRIVAL*" de la Empresa Procesadora de Carnes del Sur Ltda, del cual se desprendieron las siguientes conclusiones:

En la columna de agua, los parámetros medidos no exhibieron un patrón que induzca a concluir un deterioro ambiental, todo lo contrario, los parámetros medidos presentan valores que están dentro de rangos similares y que no exceden los niveles establecidos como clase de excepción y clase 1, del Instructivo Presidencial para el establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Al evaluar los resultados obtenidos desde las muestras de sedimento, se desprende en general que el área impacto se encuentra dentro de lo que se ha venido monitoreando desde Junio de 2008, manteniéndose en general niveles bajos de Fango, Materia Orgánica Total y Carbono Orgánico Total en el sedimento. En el análisis comparativo, resalta el aumento de riqueza de especies respecto al año 2012, situación que se repite en relación al monitoreo del año 2012, donde la riqueza de especies fue mayor al año 2011.



II.- ANTECEDENTES

Los lineamientos de monitoreo expuestos en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del año 2008, Directemar emite el G.M. VLD ORDINARIO N° 12.600/108 CV (el 21 de Noviembre de 2009), solicitando la ejecución de un PVA durante los meses de Enero o Febrero del año 2009, y así definir la necesidad de establecer una periodicidad de dicho plan. En dicho documento, se sugiere mantener el número de estaciones y parámetros medidos durante Junio de 2008, con el fin de evaluar de mejor manera el cuerpo receptor.

El objetivo de este estudio fue realizar mediciones en la columna de agua y en el sedimento, y así evaluar el estado ambiental del área en donde se encuentra el punto de descarga del emisario submarino (ver Figura N° 1).

III.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Muestreo y Análisis de Agua

Con el fin de conocer la respuesta del cuerpo receptor de agua frente a la descarga de Residuos Industriales Líquidos (RILes) se hace necesario realizar un monitoreo de los componentes químicos y físicos de este, lo que nos permite mediante la evaluación de los diferentes parámetros estudiados, determinar posibles situaciones de contaminación.

Para esto se tomaron muestras de agua en estaciones previamente georreferenciadas mediante un GPS Garmin Etrex 20 (E1, E2, E3, E4 y C1; ver Tabla N°1), utilizando unidades planas UTM (*Universal Transverse Mercator*). Las muestras fueron tomadas mediante una botella oceanográfico tipo Niskin, para luego ser almacenadas (3 a 4 °C) en envases proporcionados y verificados por el laboratorio de aguas asignado, el cual cuenta con Acreditación NCh-ISO17025 Of.2005 del Instituto Nacional de Normalización (INN) para los análisis de agua correspondientes.

Los Perfiles de la columna de agua (*Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto y Saturación de Oxígeno*) fueron medidos *in situ*, utilizando un equipo multiparamétrico YSI 6600-D (V2), considerando las mismas 5 estaciones (ver Tabla N°1).



3.2.- Muestreo y Análisis de Sedimentos

La toma de muestras de sedimento se obtuvo a través de una draga tipo Van Veen de 0,1 m² de área de mordida, utilizando un huinche para el izamiento; todo el proceso fue efectuado desde una embarcación menor. Una vez obtenidas las muestras, el material colectado se destinó para los análisis de *Materia Orgánica Total* (MOT) y *Carbono Orgánico Total* (COT) (se extrajo aproximadamente los primeros 3 a 5 cm superficiales del sedimento); *Granulometría* (se extrajo aproximadamente los primeros 5 a 10 cm superficiales del sedimento) y *Macrofauna Bentónica* (se extrajo aproximadamente los primeros 10 a 15 cm superficiales del sedimento). Cada fracción se depositó en bolsas etiquetadas y mantenidas a baja temperatura ayudándose con el uso de bolsas de hielo. Las muestras para los análisis de fauna fueron fijadas *in situ* mediante una solución de formalina-agua al 10%.

Las muestras de sedimento fueron analizadas en el *Laboratorio Ambiental Linnaeus Ltda.*, acorde a instructivos y procedimientos de trabajo específicos, bajo un sistema de gestión acreditado por el Instituto Nacional de Normalización (INN) (NCh-ISO17025 Of.2005).

Los ensayos realizados fueron los siguientes:

Materia Orgánica Total: El análisis de contenido de Materia Orgánica Total (MOT) en el sedimento, se efectuó calcinando una muestra a una temperatura de 450° C, utilizando para tal efecto una Mufla.

Carbono Orgánico Total y Carbonato: El Carbono Orgánico Total (COT) corresponde a la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico, mientras que el Carbonato corresponde a los minerales que contienen una cierta forma de compuestos de carbón/oxígeno conocida como CO₃²⁻ (Molécula de carbonato).

La metodología empleada para estos análisis es el LOI (Loss On Ignition) o Pérdida por Ignición, la que es empleada para determinar el contenido de Materia Orgánica, el contenido de Carbono Orgánico Total (COT) y el contenido en Carbonatos de los sedimentos. En la primera y segunda reacción, la materia orgánica es oxidada a 450 °C y 550 °C respectivamente, emitiendo CO₂ y ceniza. Por otro lado, la tercera reacción se produce a los 950 °C, con la destrucción de los carbonatos y la emisión de CO₂ y formación de óxidos.

Dean (1974), encontró una correlación significativa entre los resultados de Carbono Orgánico determinados por cromatografía y LOI 550 °C, concluyendo que la técnica de LOI 550 °C determina de forma muy precisa el Carbono Orgánico Total.



Granulometría: La Granulometría del sedimento se puede definir como la relación de porcentajes en que se encuentran los distintos tamaños de granos de un agregado respecto al total. El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices. El tamaño de apertura de los tamices esta determinado por la Escala PHI (ϕ), que corresponde a la graduación logarítmica, definida como $\phi = -\log_2 S$, donde S = tamaño del diámetro en milímetros. La distribución granulométrica se obtiene de acuerdo a la escala de Wentworth (1922): Grava Muy Fina (ϕ -1), Arena Muy Gruesa (ϕ 0), Arena Gruesa (ϕ 1), Arena Mediana (ϕ 2), Arena Fina (ϕ 3), Arena Muy Fina (ϕ 4) y Fango (ϕ 5).

A partir de los porcentajes de las distintas fracciones sedimentarias, se obtienen parámetros estadísticos que definen de mejor manera la composición granulométrica del sedimento.

Media: Es el parámetro que más se aproxima al promedio granulométrico de una distribución dada.

Selección: Indica la forma en que se distribuyen los individuos de una población alrededor del valor central. Es una medida matemática del grado de selección de un sedimento o sedimentita. Algunos ambientes se caracterizan por un determinado valor o índice de selección, que es una medida de la uniformidad del tamaño de las partículas. Depende en gran medida del tipo y longitud de transporte que ha sufrido el sedimento. Cuanto más vertical es el trazado de la curva acumulativa, mayor es la selectividad del medio.

Asimetría: Es una medida independiente de la selección e indica predominio de una población respecto a otra. Relaciona el grado de simetría que guarda la granulometría promedio respecto a las colas de una determinada distribución.

Kurtosis: Es una comparación entre la dispersión de la parte central y la dispersión de los extremos de la curva de frecuencia. Juntamente con la asimetría son parámetros sensibles para detectar ambientes de depositación y para averiguar si la frecuencia es resultante de la mezcla de poblaciones distintas.

Clasificación: Se refiere al grado de variación respecto del tamaño de los granos del sedimento.

Macrofauna Bentónica: El uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos es de larga tradición en los países desarrollados y son incorporados en muchas evaluaciones de calidad ecológica de los sistemas acuícolas. En Chile, el monitoreo de macrofauna bentónica ya a sido incorporado dentro de la evaluación de líneas de base ambientales y proyectos de seguimiento ambiental.

Los efectos de las perturbaciones ambientales sobre el bentos se estudiaron analizando niveles taxonómicos a nivel de especie y utilizando métodos multivariados (Heip, Warwick y Carr 1988; Ferraro y



Cole, 1990; Warwick, 1993; Gamito, 1997). De esta forma se revelan variaciones estructurales de la comunidad, permitiendo establecer patrones de oscilaciones de abundancia y dominancias en los ensambles analizados (*e.g.* Sanders, 1956; Gray, 1981).

En el laboratorio, las muestras fueron tamizadas con tamices calibrados a 500 μm y almacenadas en recipientes con formaldehído al 4% y posteriormente preservadas en alcohol al 70%. La separación se realizó manualmente mediante lupa binocular y preservada en alcohol al 70%, hasta el momento de su determinación taxonómica, con ayuda de un estereomicroscópico y literatura especializada para cada uno de los taxa.

Para realizar los análisis comunitarios de las muestras de fauna obtenidas, se realizaron análisis biomatemáticos, consistentes en cálculos de densidad y abundancia numérica por estación. Con los datos individuales, se obtuvo los índices de diversidad específica de Shannon-Wiener (Pielou, 1966) calculado con \log_2 , índice de dominancia de Simpsons (D) (Legendre y Legendre, 1979), riquezas específicas (S') y equidad Shannon (J') (Pielou, 1966). Las fórmulas de cálculo se encuentran detalladas en Moreno, 2001.

La matriz de similitud se efectuó mediante el índice de Bray-Curtis. Para transformar los datos se utilizó una doble raíz cuadrada para el cálculo de las matrices de abundancia (*sensu* Clarke y Warwick, 1994). Para la clasificación de las estaciones, se realizó un análisis de conglomerado (cluster) en base a las abundancias de los grupos detectados mediante UPGMA (Unweighted pair-group average, *sensu* Sneath & Sokal 1973) y con base en la matriz de similitud de Bray-Curtis (Field *et al.*, 1982). Finalmente, para el análisis de ordenación se aplicó la técnica multivariada de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (Ludwig y Reynolds, 1988) en términos de abundancia por estaciones y se graficaron los resultados en dos dimensiones.

En forma adicional, la información recopilada se analizó utilizando la técnica gráfica denominada curvas ABC (Warwick & Clarke, 1994), herramienta usada en vigilancias ambientales para establecer el grado de perturbación ambiental de un determinado sector o estación de muestreo.

Los Programas Computacionales utilizados para analizar la información fueron: MINTAB 16; Biodiversity Pro v2.0 (Parámetros comunitarios de diversidad alfa); Primer 6 (Plymouth Routines in Marine Ecological Research) (Clarke y Warwick, 1994) (Análisis multivariado de la fauna).



IV.- RESULTADOS

4.1.- SITIO DE ESTUDIO

La campaña destinada a este estudio se efectuó en el Sector Chumpullo, a orillas del Río Calle-Calle, Región de Los Ríos, en el punto relacionado con la descarga de efluentes del emisario submarino de la planta. El sector y las estaciones en donde se realizaron los monitoreos se detallan en la Figura N°1, cuyas coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) y Geográficas se encuentran detalladas en la Tabla N°1.

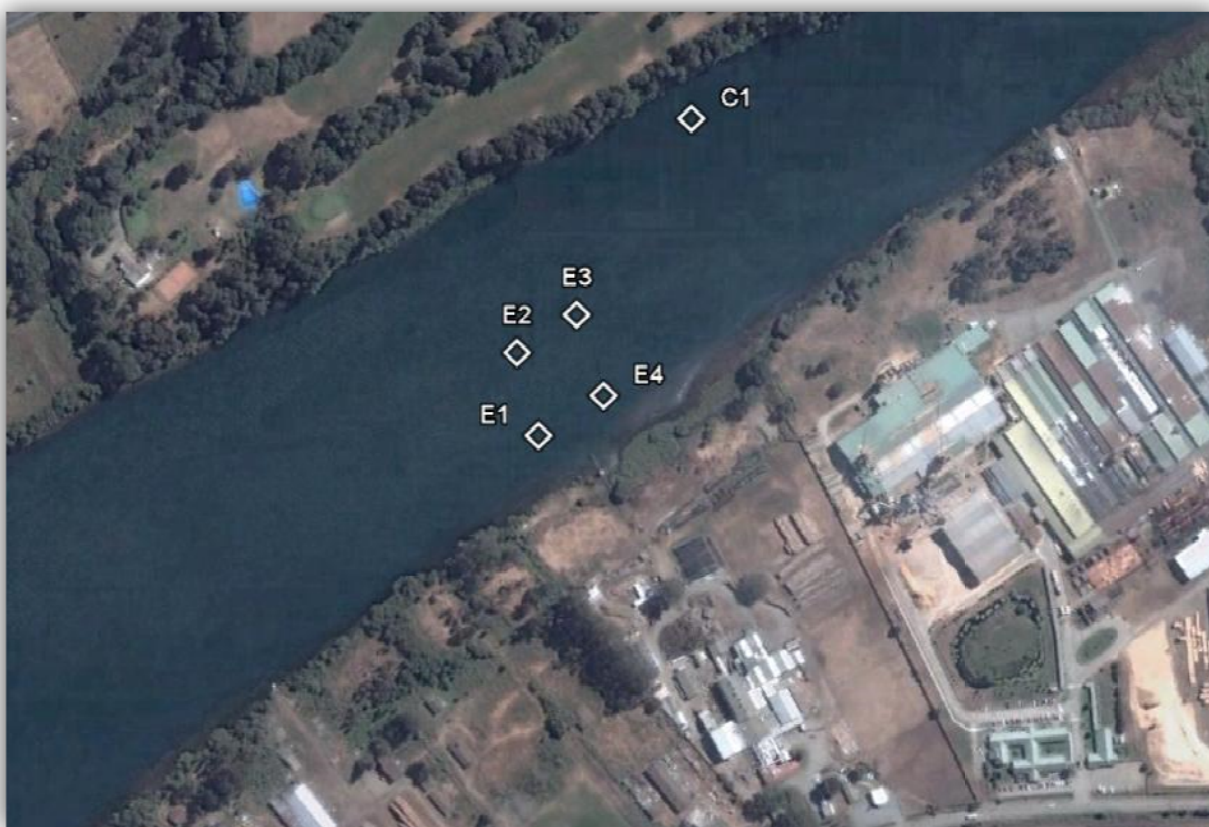


Figura N°1.- Esquema general del área de estudio (Estaciones E1, E2, E3, E4 y C1).



Tabla N°1.- Coordenadas UTM y Geográficas (WGS84, área 18G) de las estaciones de muestreo.

Estaciones de Muestreo	Profundidad	UTM		GEOGRÁFICAS	
		E	N	Latitud	Longitud
E1	9.3	654156	5594065	39° 47' 19,46"	73° 11' 58,96"
E2	9.9	654140	5594131	39° 47' 17,34"	73° 11' 59,68"
E3	7.6	654188	5594159	39° 47' 16,37"	73° 11' 57,70"
E4	7.7	654208	5594095	39° 47' 18,44"	73° 11' 56,80"
C1	12.1	654282	5594311	39° 47' 11,40"	73° 11' 53,88"

4.2.- ANÁLISIS EN AGUA

El detalle de los parámetros medidos en las muestras superficiales de agua se presenta en la Tabla N°2. Todos los resultados de Aceite y Grasas se ajustan al límite máximo de detección de la técnica de análisis (<5,0 mg/L), al igual que el Detergente Aniónico (SAAM), Sólidos Suspendidos Totales (<0,1 mg/L, y <0,5 mg/L, respectivamente), en el caso de los Sólidos Sedimentables, los valores se encuentran entre los 7.0 mg/L (C1) y los 9.0 mg/L (E1). Los Coliformes Totales para todas las estaciones muestran un valor de $1,6e^{+3}$ NMP/100ml, registrándose el mayor valor en la estación E1.

Tabla 2.- Análisis en muestras de agua superficial (Anexo 1 - Informe de Análisis N° 173360-01, 173360-02, 173361-01, 173361-02, 173362-01, 173362-02, 173363-01, 173363-02, 173364-01, 173364-02).

	Aceite y Grasas (mg/L)	Detergentes Aniónicos (mg/L SAAM)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Sólidos Sedimentables (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
E1	<5,0	<0,10	9.0	<0,1	$1,6e^{+3}$
E2	<5,0	<0,10	9.0	<0,1	$1,6e^{+3}$
E3	<5,0	<0,10	8.0	<0,1	$1,6e^{+3}$
E4	<5,0	<0,10	8.0	<0,1	$1,6e^{+3}$
C1	<5,0	<0,10	7.0	<0,1	$1,6e^{+3}$



En la Tabla N°3 se aprecian los perfiles de columna de agua, desde superficie a profundidad, efectuados en todas las estaciones de muestreo. Para casi todos los parámetros, se denota una ligera estratificación en la columna de agua, a excepción de la salinidad, la cual estuvo acotada a los 0.0 ppt y la temperatura que registro 9.3 °C en todas las estaciones de muestreo.

Es así como en la estación E1 el oxígeno disuelto muestra su mayor valor en las capas más superficiales (6.4 mg/L), disminuyendo levemente a medida que los estratos se hacen más profundos, hasta los 6.2 mg/L.

En la estación E2 el oxígeno disuelto exhibe valores que van desde los 4.8 mg/L, hasta los 4.9 mg/L.

En la estación E3 el oxígeno disuelto exhibe valores que van desde los 5.1 mg/L, hasta los 5.2 mg/L en la capa mas profunda.

En la estación E4 el oxígeno disuelto muestra sus mayores valores en las capas profundas (5.0 mg/L), lo que aumenta a medida que disminuye la profundidad, llegándose a registrar 4.8 mg/L en el estrato superficial.

Finalmente, en la estación C1 el oxígeno disuelto muestra sus mayores valores en las capas profunda (5.4 mg/L), lo que disminuye a medida que disminuye la profundidad, llegándose a registrar 5.2 mg/L.

Tabla N°3.a.- Parámetros medidos en terreno, perfil de columna de agua en la Estación E1.

Fecha	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
05/08/2013	2	6.4	9.3	0.0	55
05/08/2013	5	6.2	9.3	0.0	54
05/08/2013	8	6.2	9.3	0.0	54

Tabla N°3.b.- Parámetros medidos en terreno, perfil de columna de agua en la Estación E2.

Fecha	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
05/08/2013	1	4.8	9.3	0.0	42
05/08/2013	5	4.9	9.3	0.0	43
05/08/2013	9	4.9	9.3	0.0	43



Tabla N°3.c.- Parámetros medidos en terreno, perfil de columna de agua en la Estación E3.

Fecha	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
05/08/2013	1	5.1	9.3	0.0	45
05/08/2013	5	5.1	9.3	0.0	45
05/08/2013	7	5.2	9.3	0.0	45

Tabla N°3.d.- Parámetros medidos en terreno, perfil de columna de agua en la Estación E4.

Fecha	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
05/08/2013	1	4.8	9.3	0.0	42
05/08/2013	5	4.9	9.3	0.0	43
05/08/2013	6	5.0	9.3	0.0	43

Tabla N°3.e.- Parámetros medidos en terreno, perfil de columna de agua en la Estación C1.

Fecha	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
05/08/2013	1	5.2	9.3	0.0	45
05/08/2013	5	5.2	9.3	0.0	45
05/08/2013	10	5.3	9.3	0.0	46
05/08/2013	11	5.4	9.3	0.0	47

Tabla N°3.f.- Máximos y Mínimos; parámetros de perfiles de columna de agua.

		Oxígeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Salinidad (ppt)	Saturación de Oxígeno (%)
E1	Max.	6.4	9.3	0.0	55
	Min.	6.2	9.3	0,0	54
E2	Max.	4.9	9.3	0,0	43
	Min.	4.8	9.3	0,0	42
E3	Max.	5.2	9.3	0,0	45
	Min.	5.1	9.3	0,0	45
E4	Max.	5.0	9.3	0,0	43
	Min.	4.8	9.3	0,0	42
C1	Max.	5.4	9.3	0,0	47
	Min.	5.2	9.3	0,0	45

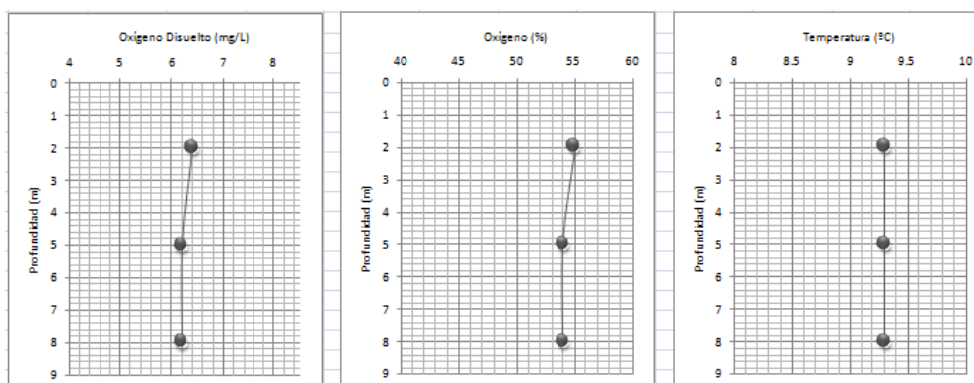


Figura N°2.a.- Perfiles de Parámetros Físicos de la Columna de Agua; Estación E1.

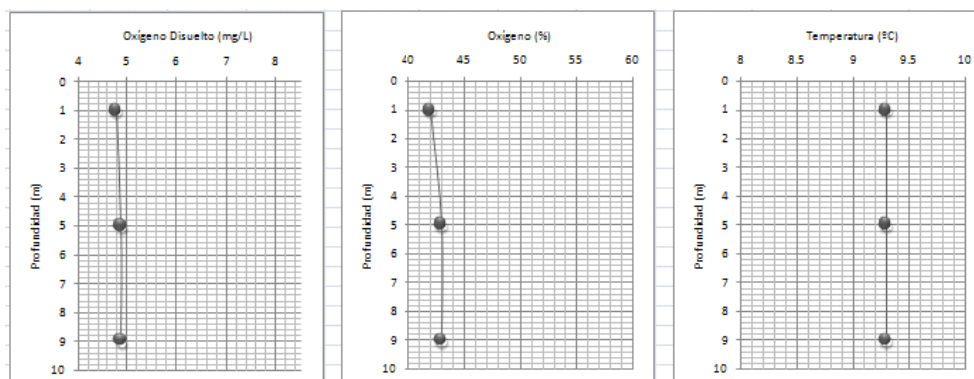


Figura N°2.b.- Perfiles de Parámetros Físicos de la Columna de Agua; Estación E2.

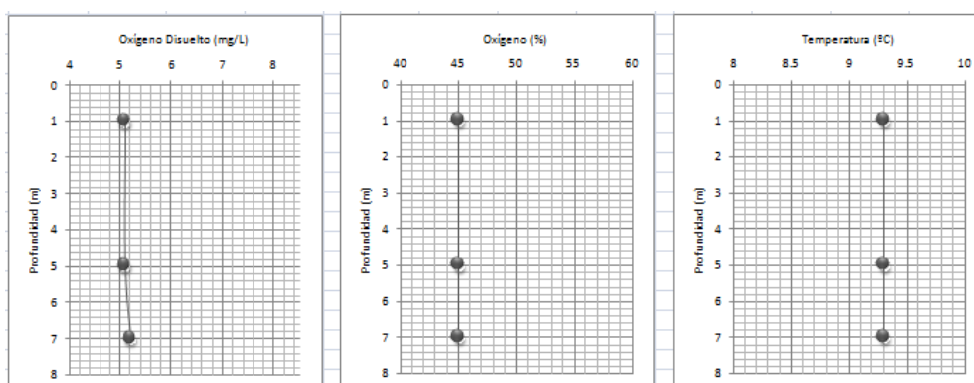


Figura N°2.c.- Perfiles de Parámetros Físicos de la Columna de Agua; Estación E3.

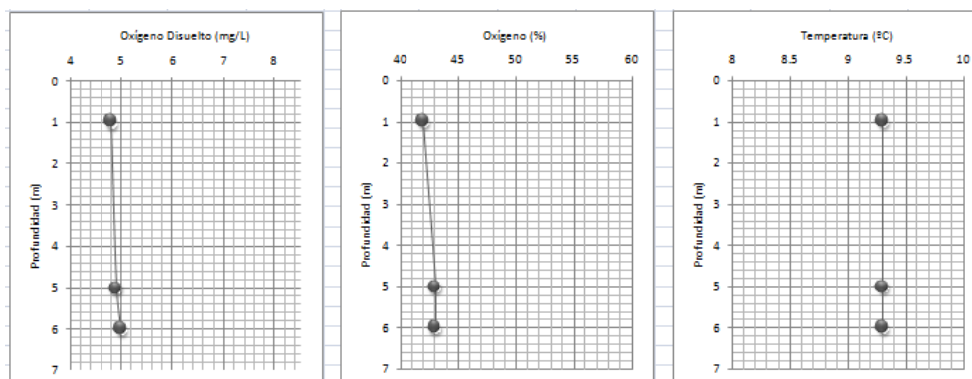


Figura N°2.d.- Perfiles de Parámetros Físicos de la Columna de Agua; Estación E4.

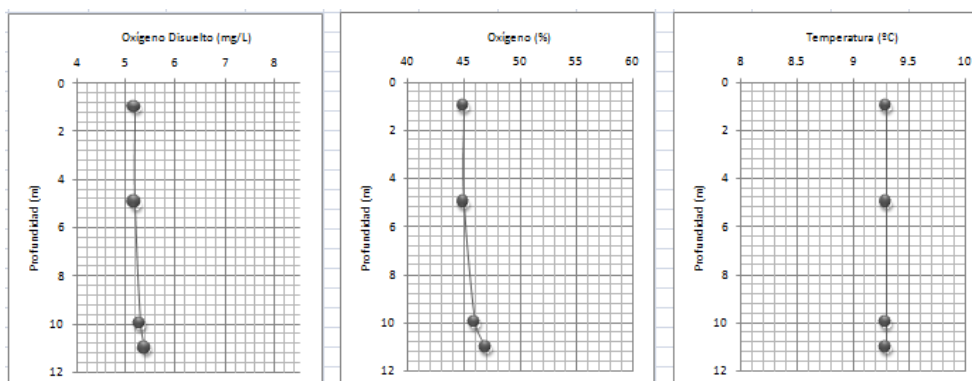


Figura N°2.e.- Perfiles de Parámetros Físicos de la Columna de Agua; Estación C1.

4.3.- CONDICIONES ECOLÓGICAS Y DEL SEDIMENTO

Los resultados de análisis se presentan en el Informe de Laboratorio OT 4213 – Laboratorio Ambiental Linnaeus Ltda. (Ver Anexo 1).

4.3.1.- MATERIA ORGÁNICA TOTAL Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL

En la tabla N°4 se presentan los resultados de Materia Inorgánica, Materia Orgánica Total (MOT), Carbono Orgánico Total (COT) y Carbonato, de todas las réplicas colectadas. El mayor valor de MOT es de 3,830% (E3-R1), mientras que el valor más bajo fue registrado en E2-R2, con un 0,644%. Sin embargo, el contenido de MOT puede considerarse bajo, como se aprecia en la figura N°3, donde el promedio alcanza alrededor de un 1.63%. En relación al COT, se registró un promedio que no superó el 0.31% (ver figura N°3), observándose el mayor valor en E4-R1 (0.441%). Finalmente, el promedio de Carbonato no superó el 0,34%, registrándose el mayor valor en E3-R3 (0,922%).



Como se observa en la figura N°4, todos los parámetros analizados en el párrafo anterior exhiben un mayor valor promedio en el área impacto, contrarrestándolo con los promedios obtenidos en las replicas de la estación control.

En la figura N°5 se observa que E3 fue la estación con mayor contenido promedio de MOT y Carbonato, mientras que E4 presenta el mayor contenido promedio de COT.

Tabla N°4.- Materia Inorgánica, Materia Orgánica Total, Carbono Orgánico Total y Carbonato, en cada una de las réplicas; indicándose las temperaturas de calcinación utilizadas durante los distintos análisis.

	450° C	550° C – 950° C		
	Materia Inorgánica (%)	Materia Orgánica Total (%)	Carbono Orgánico Total (%)	Carbonato (%)
E1-R1	99.215	0.785	0.325	0.074
E1-R2	99.308	0.692	0.373	0.185
E1-R3	99.258	0.742	0.284	0.221
E2-R1	99.189	0.811	0.327	0.087
E2-R2	99.356	0.644	0.347	0.010
E2-R3	99.048	0.952	0.273	0.191
E3-R1	96.170	3.830	0.259	0.900
E3-R2	97.191	2.809	0.315	0.664
E3-R3	96.545	3.455	0.212	0.922
E4-R1	98.681	1.319	0.441	0.129
E4-R2	98.874	1.126	0.257	0.262
E4-R3	98.991	1.009	0.313	0.153
C1-R1	98.939	1.061	0.318	0.167
C1-R2	98.993	1.007	0.315	0.113
C1-R3	96.675	3.325	0.345	0.761

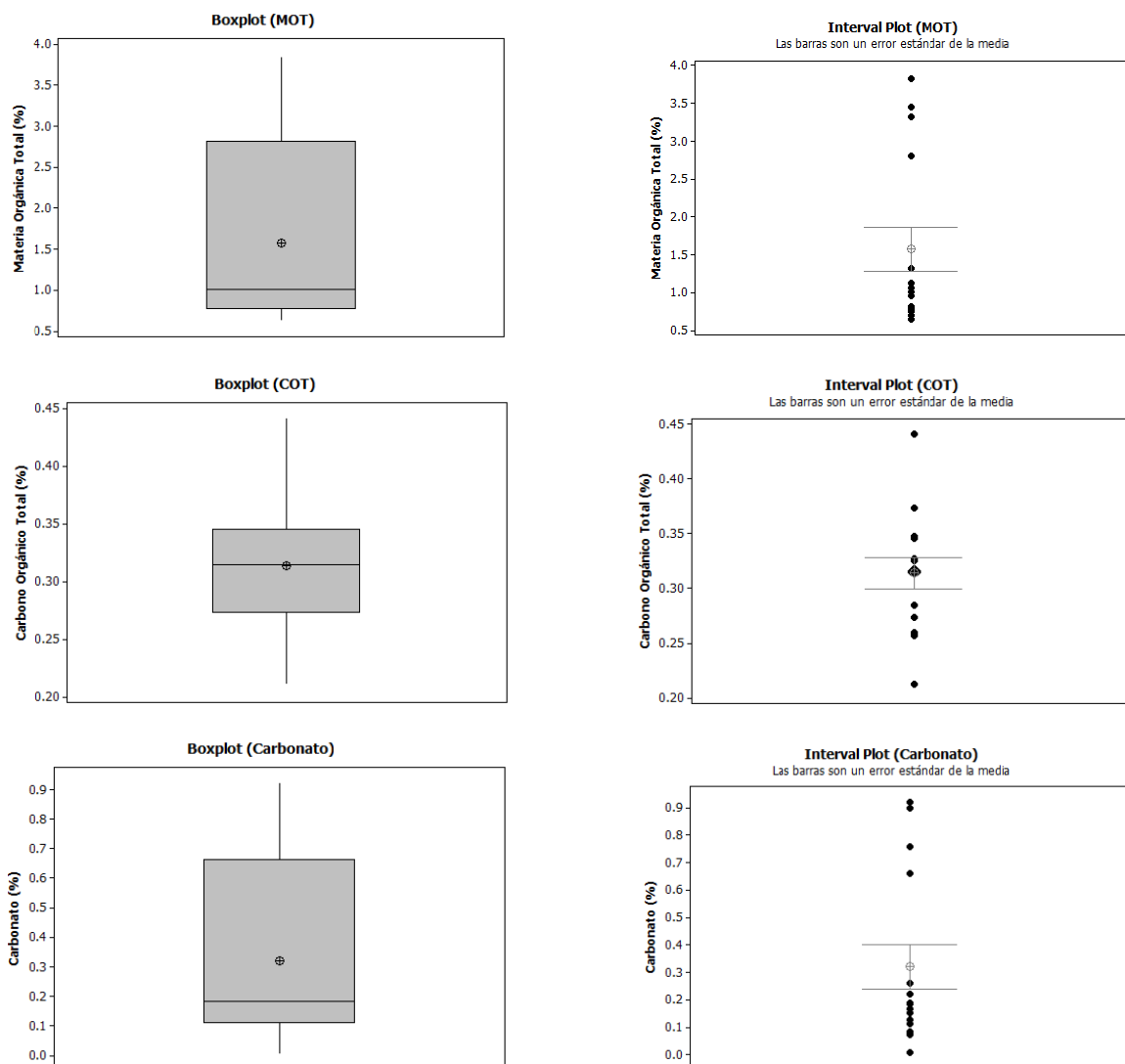


Figura N°3.- Gráficos de Caja e Intervalo de Materia Orgánica Total (%), Carbono Orgánico Total (%) y Carbonato (%), en toda el área de estudio.

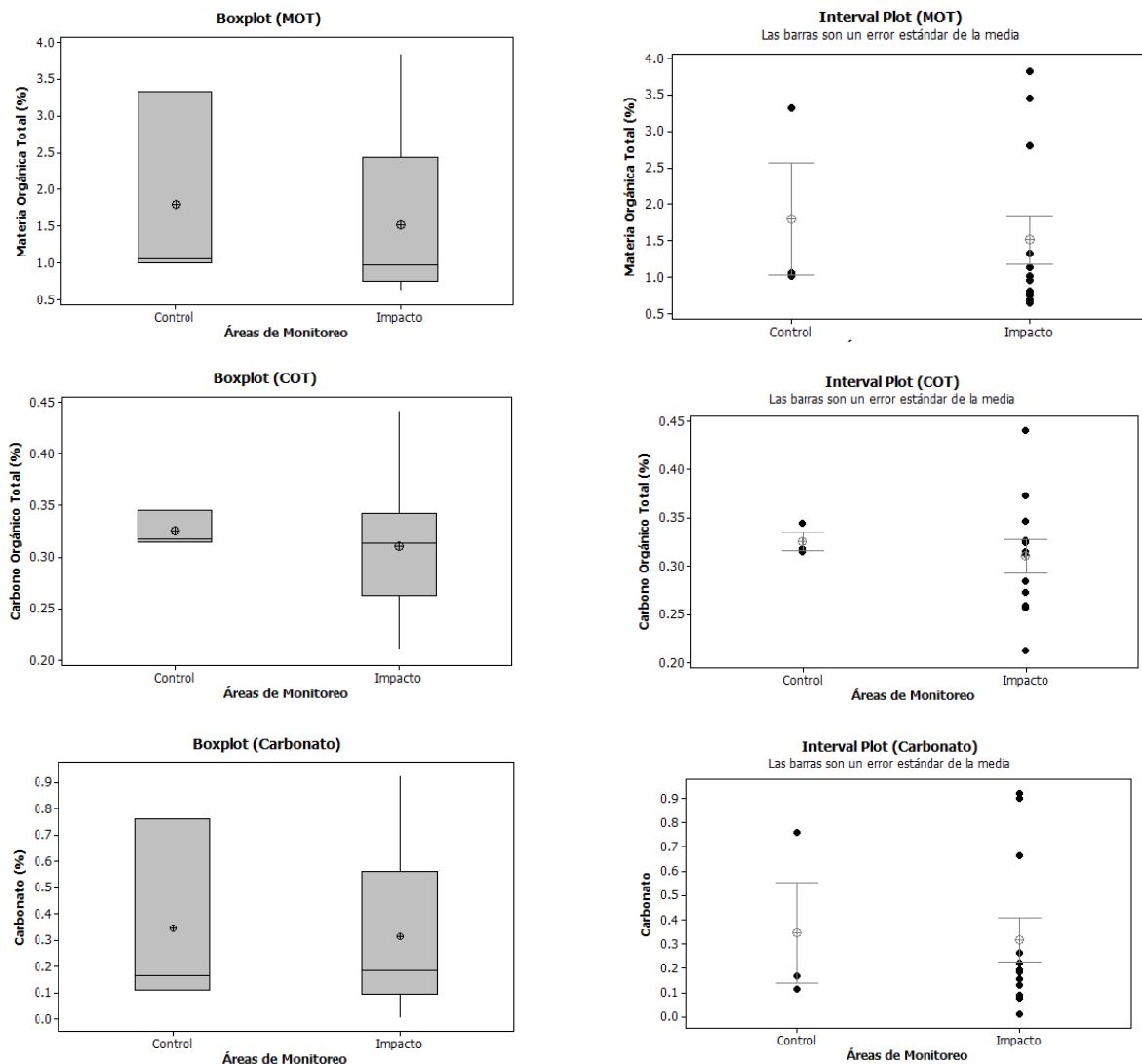


Figura N°4.- Gráficos de Caja e Intervalo de Materia Orgánica Total (%), Carbono Orgánico Total (%) y Carbonato (%), en las áreas de monitoreo impacto y control.

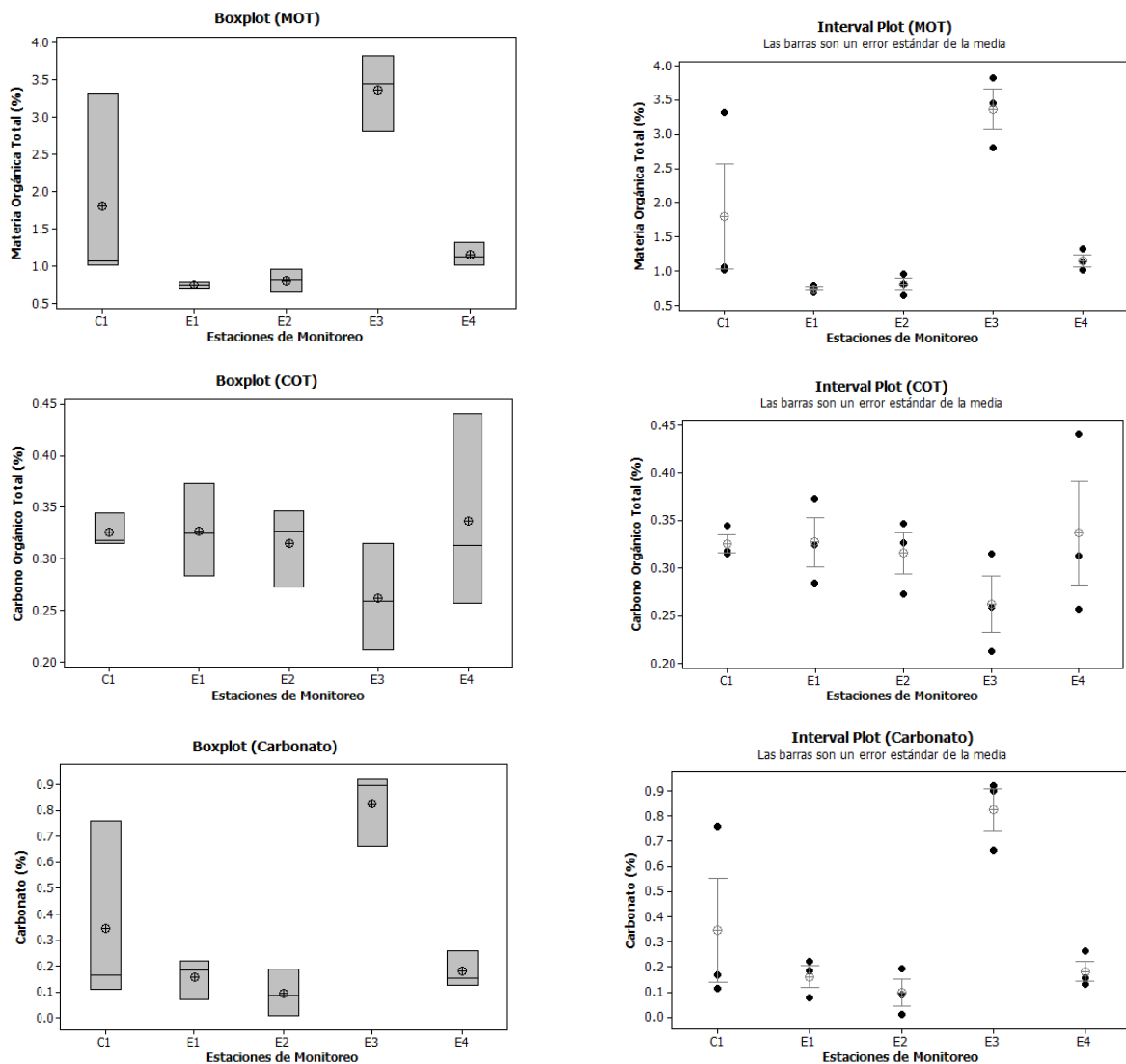


Figura N°5.- Gráficos de Caja e Intervalo de Materia Orgánica Total (%), Carbono Orgánico Total (%) y Carbonato (%), en cada una de las estaciones de monitoreo.



4.3.2.- GRANULOMETRÍA

En la Tabla N°5 se observan los porcentajes obtenidos en cada una de las réplicas, para cada fracción sedimentaria; en la figura N°6 se observa claramente el predominio de la fracción de Arena Mediana, registrando un 30,70% promedio, seguido de la fracción de Arena Gruesa, con un 26,70% y Arena Fina, con un 25,33%. En la figura N°7 se aprecia que la predominancia está dada por las fracciones de Arena, desde Mediana a Fina. La fracción de Fango registra valores moderados, alcanzando un promedio porcentual de 3,91% (ver figura N°8); el mayor valor registrado se exhibe en C1-R3 (18,25%), mientras que el menor valor se registra en C1-R1 (0,06%). En la figura N°9 se observa que de las estaciones de impacto, la estación E3 es la que registra el mayor promedio porcentual de Fango (sobre el 6.06%).

Tabla N°5.- Granulometría del Sedimento en cada una de las replicas; Grava Muy Fina (GMF), Arena Muy Gruesa (AMG), Arena Gruesa (AG), Arena Mediana (AM), Arena Fina (AF), Arena Muy Fina (AMF) y Fango (F).

<i>Réplicas</i>	<i>GMF</i>	<i>AMG</i>	<i>AG</i>	<i>AM</i>	<i>AF</i>	<i>AMF</i>	<i>F</i>
E1-R1	1.743	10.777	61.945	24.225	0.856	0.195	0.259
E1-R2	0.789	8.686	49.099	37.742	0.320	0.078	3.286
E1-R3	0.621	13.737	59.296	25.308	0.273	0.064	0.700
E2-R1	0.343	7.777	69.495	21.217	0.744	0.190	0.234
E2-R2	0.598	9.195	65.947	15.953	0.574	0.197	7.536
E2-R3	0.314	9.630	64.992	16.231	0.846	0.295	7.691
E3-R1	0.098	0.155	0.764	7.391	47.831	35.189	8.572
E3-R2	0.091	0.163	0.665	9.738	53.379	31.184	4.780
E3-R3	0.114	0.167	0.642	7.635	54.737	31.873	4.832
E4-R1	0.000	0.019	6.727	51.608	36.101	5.250	0.296
E4-R2	0.082	0.061	8.697	57.401	28.876	4.299	0.584
E4-R3	0.004	0.057	10.143	59.590	25.407	3.587	1.212
C1-R1	0.000	0.000	0.624	48.926	46.794	3.596	0.060
C1-R2	0.000	0.004	0.677	51.353	44.148	3.434	0.385
C1-R3	0.478	0.210	0.908	26.154	39.066	14.935	18.248

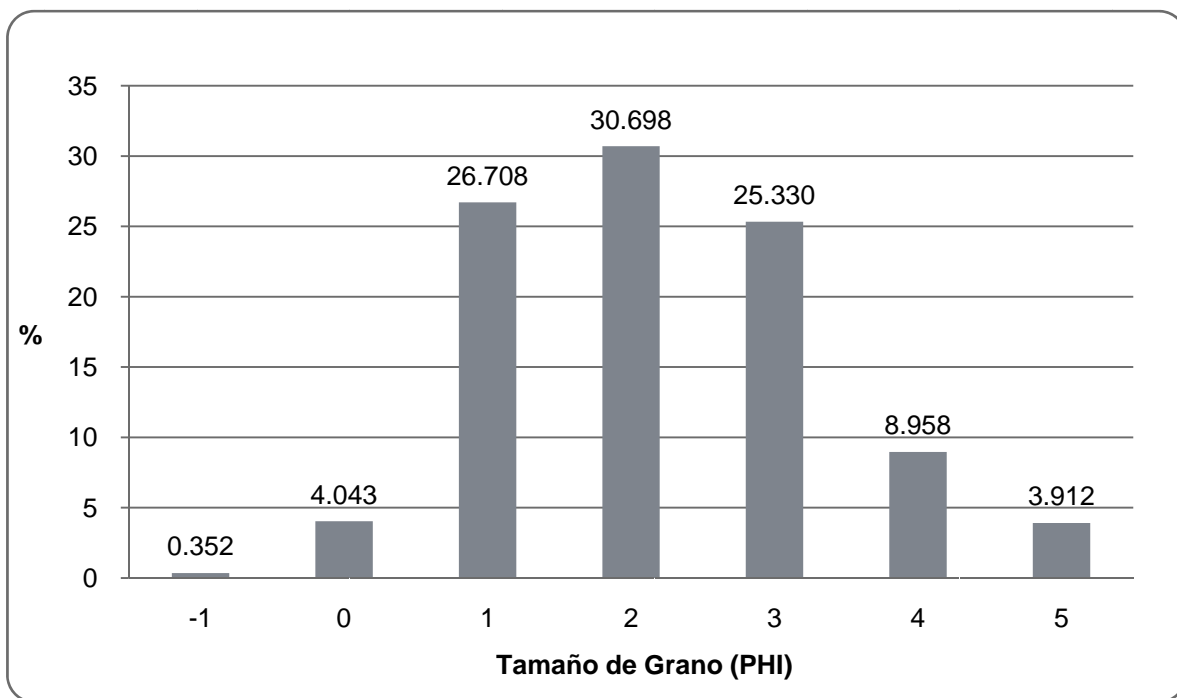


Figura N°6.- Promedio Porcentual de las Fracciones de Sedimento.

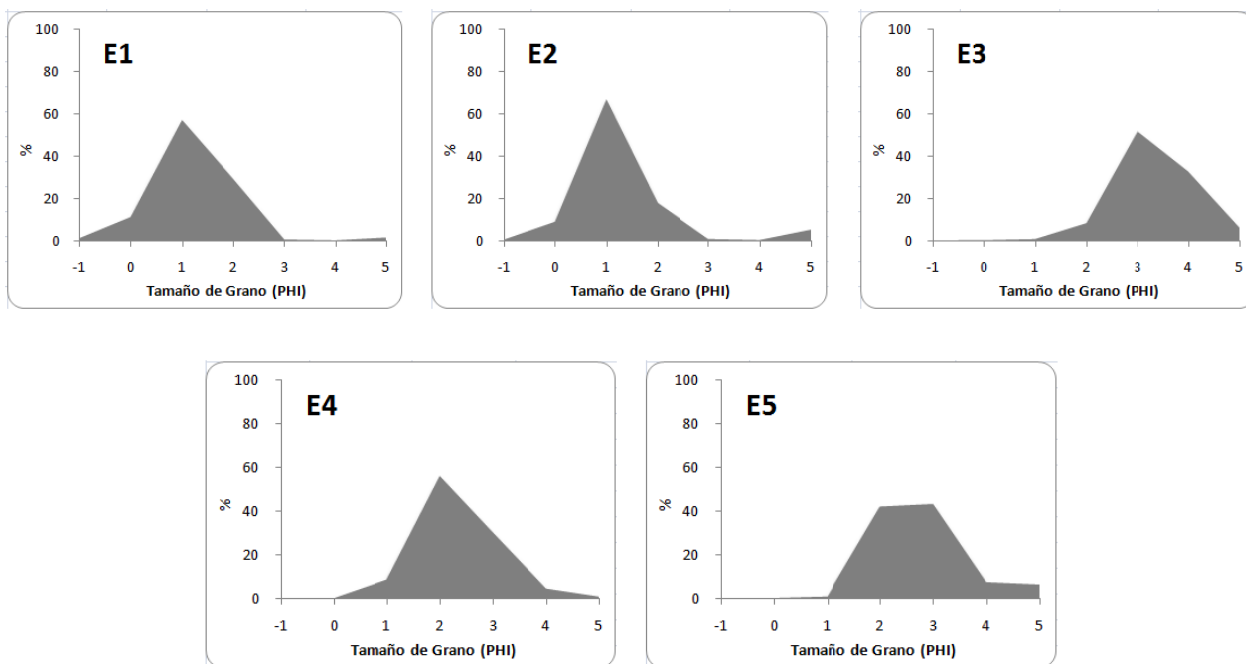


Figura N°7.- Distribución porcentual de las fracciones de sedimento en las estaciones de monitoreo.

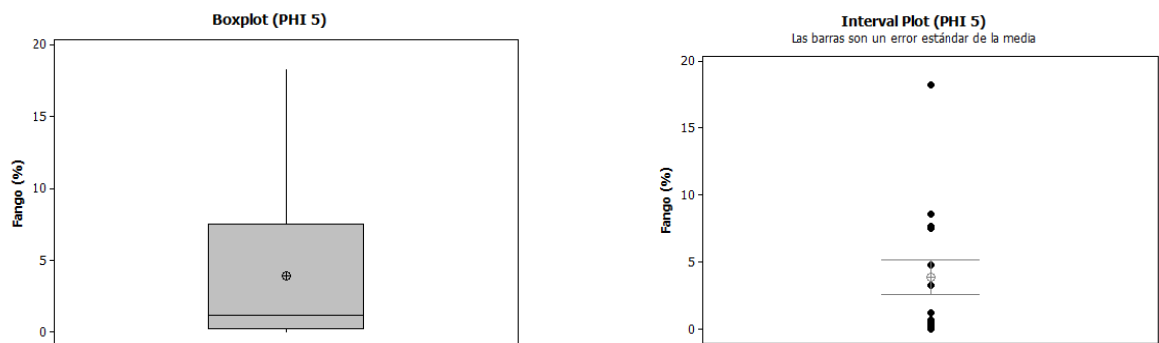


Figura N°8.- Gráfico de Caja e Intervalo de Fango (%), en toda el área de monitoreo.

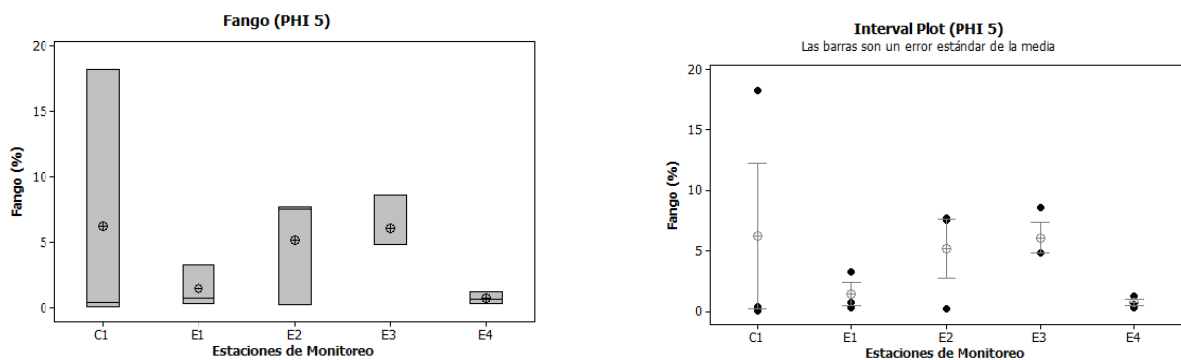


Figura N°9.- Gráficos de Caja e Intervalo de Fango (%), en cada una de las estaciones de monitoreo.



4.3.3.- POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) Y REDOX DEL SEDIMENTO

En la tabla N°6 se observan los valores individuales de pH, Temperatura y Redox de cada réplica; en las figuras N°10 y 11 se visualizan los gráficos de caja e intervalo obtenidos a partir los resultados de pH, mientras que en las figuras N° 12 y 13 se observan los resultados los resultados de Redox. El pH muestra un rango de valores que va desde los 6,8 a 8,2, mientras que el Redox corregido muestra sólo valores positivos, resultando un rango que va desde los 163 mV hasta los 706 mV.

Tabla N°6.- pH, Temperatura y Redox del Sedimento, en cada réplica de muestreo.

<i>Réplicas</i>	<i>pH</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Potencial Redox (mV Ag/AgCl)</i>	<i>Factor de corrección</i>	<i>Potencial Redox Eh (NHE)</i>
E1-R1	8.2	9.7	315	221	536
E1-R2	7.9	9.8	385	221	606
E1-R3	7.9	9.7	345	221	566
E2-R1	7.9	9.9	469	221	690
E2-R2	7.8	10.0	489	217	706
E2-R3	7.7	10.2	460	217	677
E3-R1	6.9	10.0	35	217	252
E3-R2	6.9	9.8	-58	221	163
E3-R3	6.9	9.9	-27	221	194
E4-R1	7.3	10.3	243	217	460
E4-R2	7.3	9.9	315	221	536
E4-R3	7.3	9.9	267	221	488
C1-R1	7.4	9.9	11	221	232
C1-R2	7.2	9.6	278	221	499
C1-R3	6.8	8.9	20	221	241

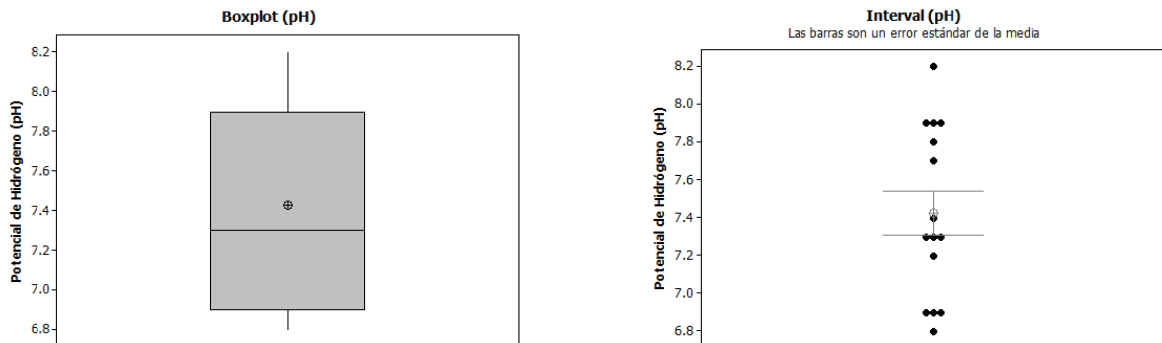


Figura N°10.- Gráficos de Caja y Intervalo de pH en toda el área de monitoreo.

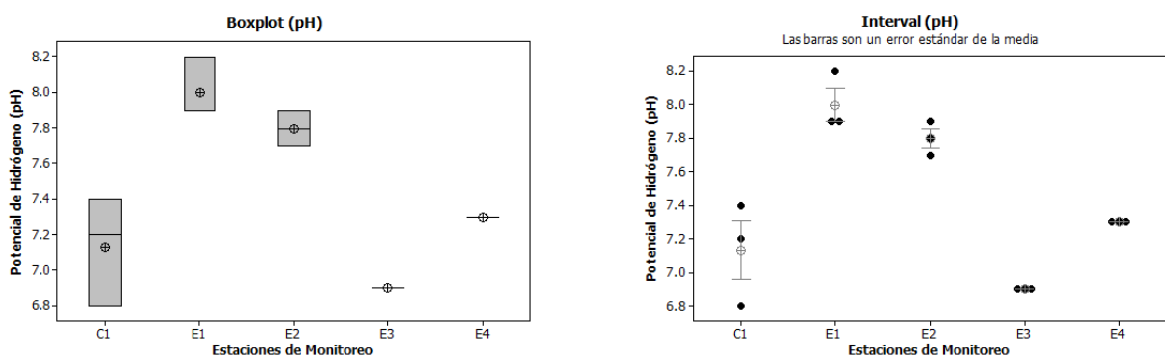


Figura N°11.- Gráficos de Caja e Intervalo de pH en las estaciones de monitoreo.

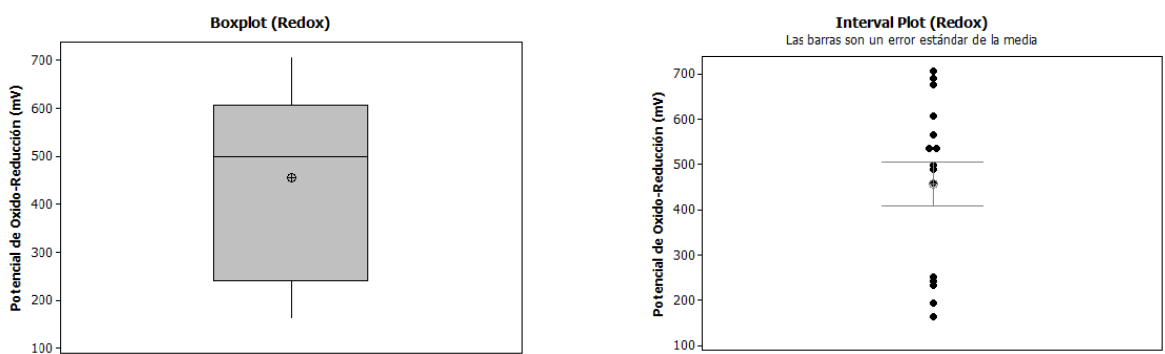


Figura N°12.- Gráficos de Caja y Intervalo de Redox en toda el área de monitoreo.

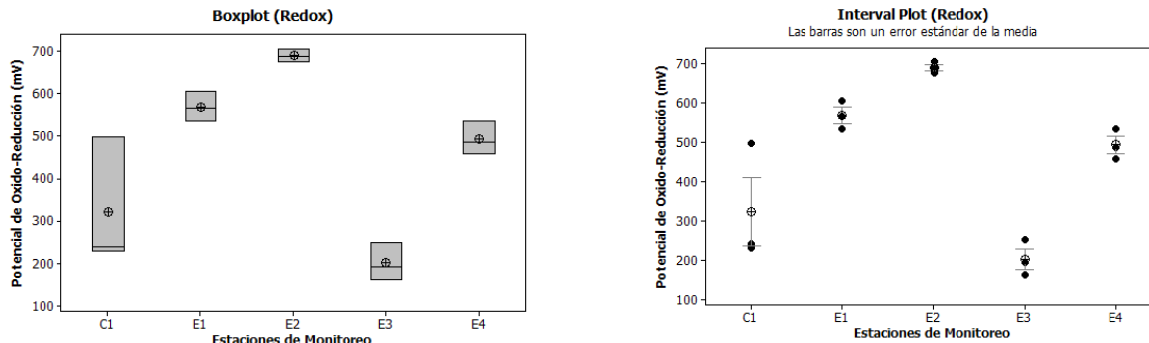


Figura N°13.- Gráficos de Caja e Intervalo de Redox en las estaciones de monitoreo.

4.3.4.- MACROFAUNA BENTÓNICA

En la figura N°14 se observan los porcentajes de abundancia de los Phylum registrados, denotándose el predominio de Arthropoda con un 53.3%, sobre Annelida y Mollusca, que exhiben un 45.7% y 1.0%, respectivamente. En la figura N°15 se observan los porcentajes de abundancia de todos los Taxa registrados hasta nivel Taxonómico de Familia, denotándose el predominio de Chironomidae (50.5%), seguido de la familia Tubificidae, con un 45.7%.

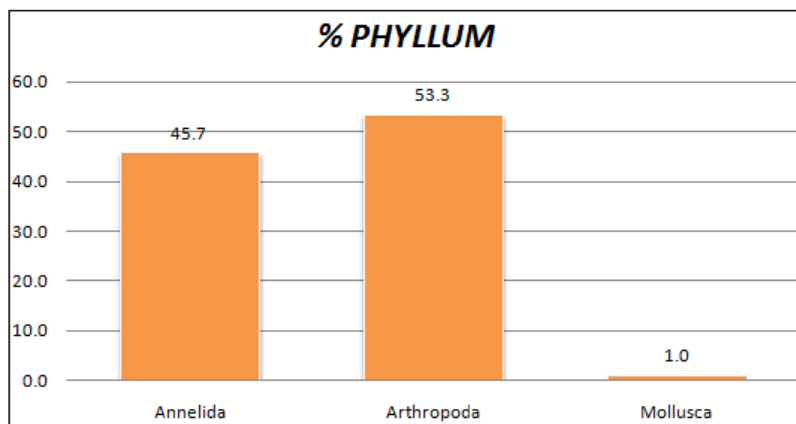


Figura N°14.- % de los phylum encontrados en el total de las muestras en el área de estudio.

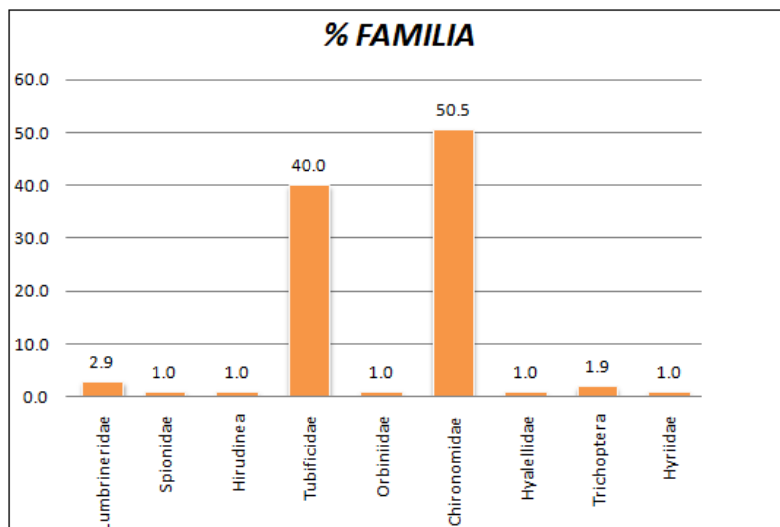


Figura N°15.- % de taxa a nivel de Familia, encontrados en el total de la muestras en el área de estudio.

4.3.5.- PARÁMETROS COMUNITARIOS

En las siguientes tablas (7.a y 7.b) se muestran los resultados obtenidos para los siguientes parámetros comunitarios: *Abundancia* (ind/m²), *Riqueza Específica* (Nº de especies), *Índice de Dominancia*, *Índice de Diversidad* e *Índice de Equidad*. En las figuras N°16 – N°23 se observan los gráficos de caja e intervalo que representan el resultado de toda el área de estudio, y los resultados por estación de monitoreo.

En la figura N°16 se observa el gráfico de caja que representa la Abundancia general registrada en el área muestreada, denotándose que el promedio es de 131.25 ind/m², considerando todas las réplicas en donde se obtuvieron resultados. En la figura N°17 se observan los gráficos de Caja e Intervalo, resultantes para la abundancia registrada en cada una de las estaciones de muestreo; resalta que la mayor Abundancia promedio se presenta en las estación E4 (156.6 ind/m²), y que el menor valor promedio se registra en la estación E3 (65 ind/m²).

En la figura N°18 se observa el gráfico de caja que representa la Riqueza Específica general registrada en el área muestreada, denotándose que el promedio es de 3.72 taxa. En la figura N°19 se observan los gráficos de Caja e Intervalo, resultantes para la Riqueza Específica en cada una de las estaciones de muestreo; destaca que la mayor Riqueza de especies se presenta en la estación EC, en donde el promedio es de 5 taxa, mientras que el menor promedio registra en la estación E3 y E4 (3 taxa).

En la figura N°20 se observa el gráfico de caja que representa el Índice de Diversidad registrado en el área muestreada, denotándose que el promedio bordea el $H' = 0,46$, considerando todas las réplicas



obtenidas. En las Gráficas de Caja e Intervalo de la figura N°21 se observa que la mayor diversidad la exhibe la estación E2, apreciándose en la tabla 7.b un promedio de $H' = 0.60$. El menor promedio lo registro las estaciones E3 y E4, con un $H' = 0.37$.

En la figura N°22 se observa el gráfico de caja que representa el Índice de Dominancia registrado en el área muestreada, denotándose que el promedio alcanza el $D' = 0.40$, considerando todas las réplicas obtenidas. En las Gráficas de de Caja e Intervalo de la figura N°23 se observa que la mayor Dominancia la exhiben las estaciones E3 y E4, apreciándose en la tabla 7.b un $D' = 0.47$. El menor promedio lo registro la estación EC, con un $D' = 0.28$.

Tabla N°7.a.- Parámetros comunitarios bentónicos en cada una de las replicas.

<i>Estación de Muestreo</i>	<i>Abundancia (ind./m²)</i>	<i>Riqueza Específica (N° sp.)</i>	<i>Dominancia (D')</i>	<i>Diversidad (H')</i>	<i>Equidad (J')</i>
E1-R1	-	-	-	-	-
E1-R2	-	-	-	-	-
E1-R3	-	-	-	-	-
E2-R1	-	-	-	-	-
E2-R2	-	-	-	-	-
E2-R3	-	-	-	-	-
E3-R1	80	4	0.43	0.466	0.774
E3-R2	50	2	0.51	0.292	0.971
E3-R3	-	-	-	-	-
E4-R1	200	3	0.417	0.41	0.859
E4-R2	80	3	0.462	0.391	0.819
E4-R3	190	3	0.538	0.333	0.697
C1-R1	170	3	0.401	0.422	0.885
C1-R2	110	6	0.199	0.726	0.934
C1-R3	170	6	0.248	0.666	0.856



Tabla N°7.b.- Parámetros comunitarios bentónicos en las estaciones de muestreo (Promedios).

Estación de Muestreo	Abundancia (ind./m ²)	Riqueza Específica (N° sp.)	Dominancia (D')	Diversidad (H')	Equidad (J')
E1	-	-	-	-	-
E2	-	-	-	-	-
E3	65.0	3	0.470	0.379	0.873
E4	156.7	3	0.472	0.378	0.792
C1	150.0	5	0.283	0.605	0.892

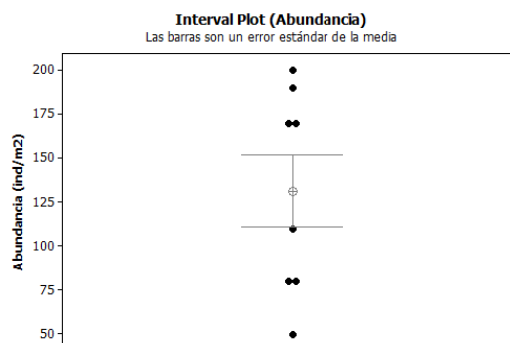
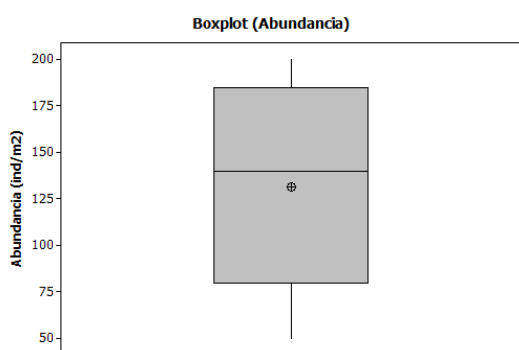


Figura N°16.- Gráfica de Caja e Intervalo de Abundancia general, en toda el área de monitoreo.

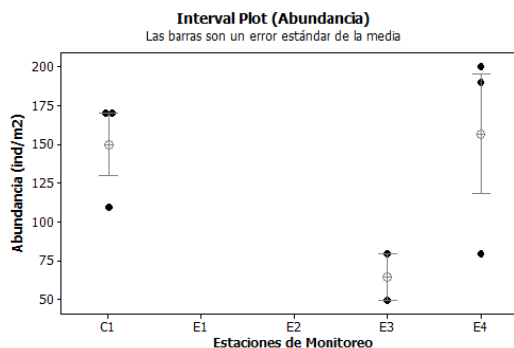
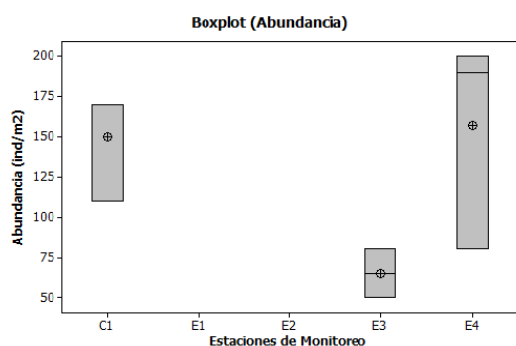


Figura N°17.- Gráficas de Caja e Intervalo de Abundancia, en cada estación de monitoreo.

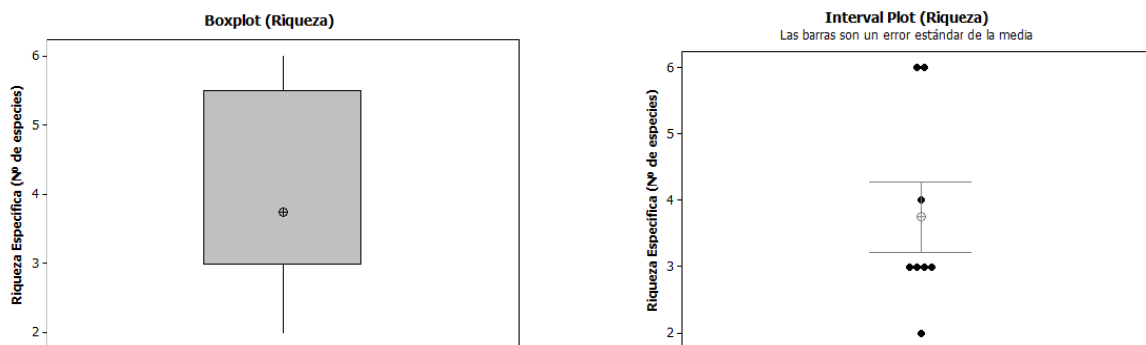


Figura N°18.- Gráfica de Caja e Intervalo de Riqueza, en toda el área de monitoreo.

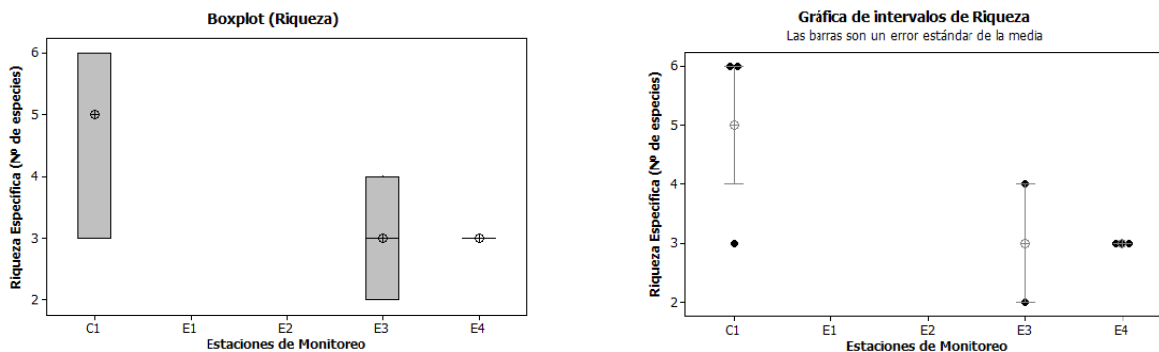


Figura N°19.- Gráficas de Caja e Intervalo de Riqueza, en cada estación de monitoreo.

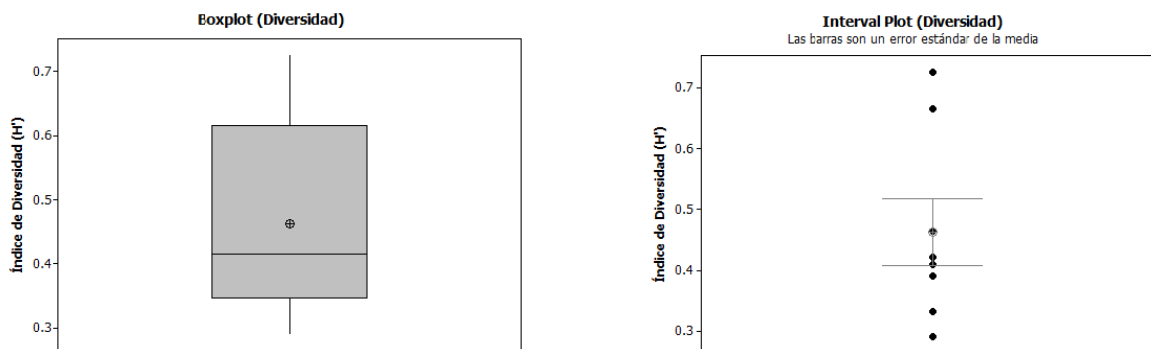


Figura N°20.- Gráfica de Caja e Intervalo de Diversidad, en toda el área de monitoreo.

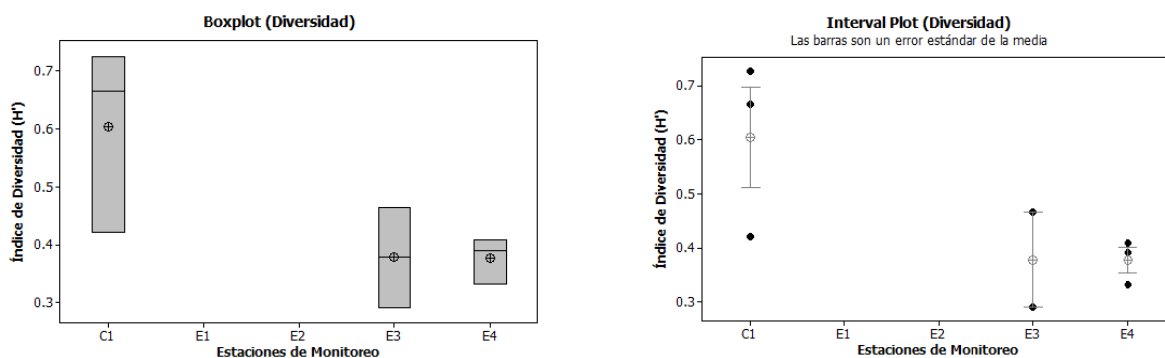


Figura N°21.- Gráficas de Caja e Intervalo de Diversidad, en cada estación de monitoreo.

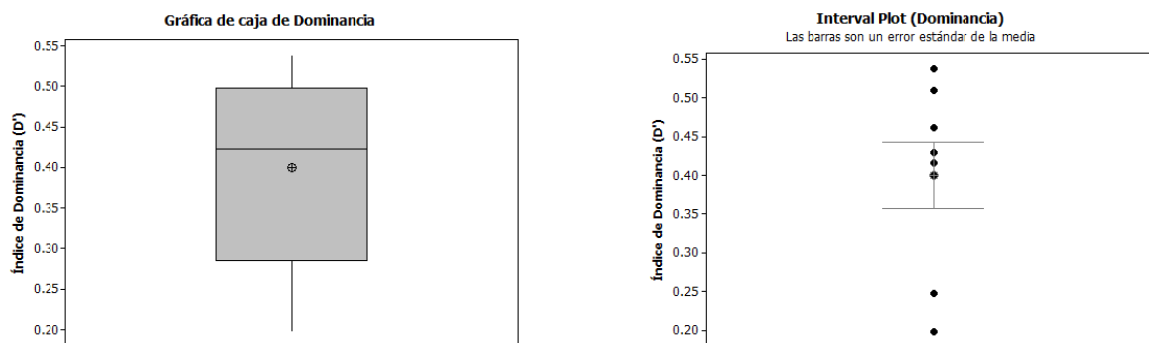


Figura N°22.- Gráfica de Caja e Intervalo de Dominancia, en toda el área de monitoreo.

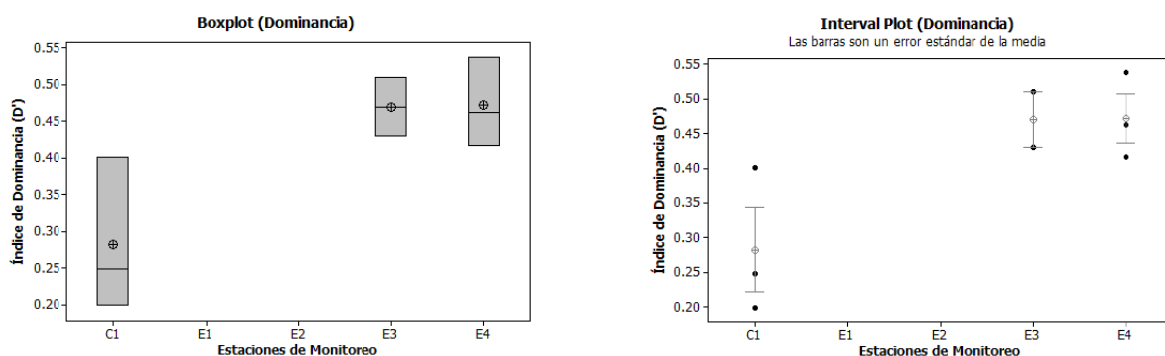


Figura N°23.- Gráficas de Caja e Intervalo de Dominancia, en cada estación de monitoreo.



4.3.6.- CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN NUMÉRICA

4.3.6.1.- ANÁLISIS DE CLUSTER

En la figura N°24 se observa el dendograma o cluster obtenido, considerando la sumatoria de abundancia de las replicas de cada estación de monitoreo. Se puede definir la existencia general de 1 grupos de cluster; constituido por EC, E3 y E4. (E1 y E2 no constituyen cluster por no observarse presencia de individuos)

El cluster 1 de las estaciones E1 y E2 se agrupan debido a la falta de especies. El cluster 2, está definido principalmente por la presencia de Tubificidae n.d., Chironomidae (n.d. 1 y 2). Esta ultima especie presenta los valores máximos en E4 y EC, lo que permite definir un subcluster para ambas estaciones, con una similitud por sobre el 50%.

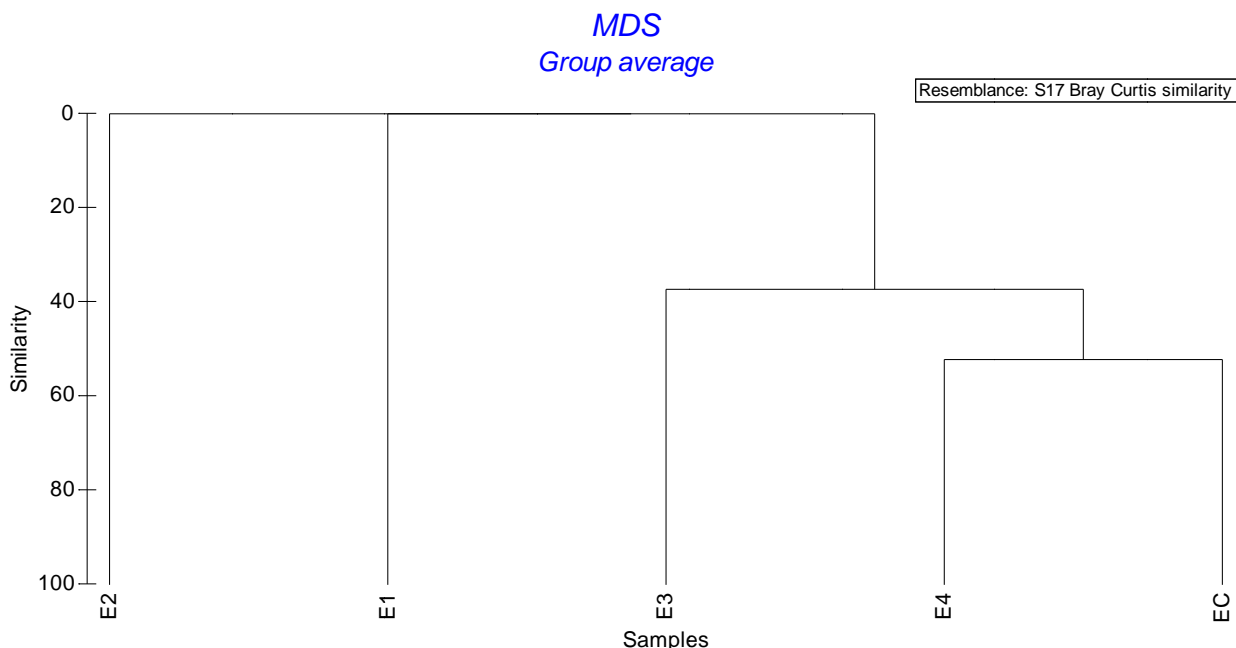


Figura N°24.- Análisis de Similitud en las estaciones de muestreo.



4.3.6.2.- ANÁLISIS MDS

El análisis MDS (clasificación no métrica, Field *et al.*, 1982) que incluye cada estación de muestreo (ver figura 25), exhibe los mismos grupos o clusters descritos en el análisis del Dendograma: EC, E3 y E4, (E1 y E2 no constituyen cluster por no observarse presencia de individuos)

La separación espacial de las estaciones se debe a los mismos argumentos expuestos en el análisis de Cluster.

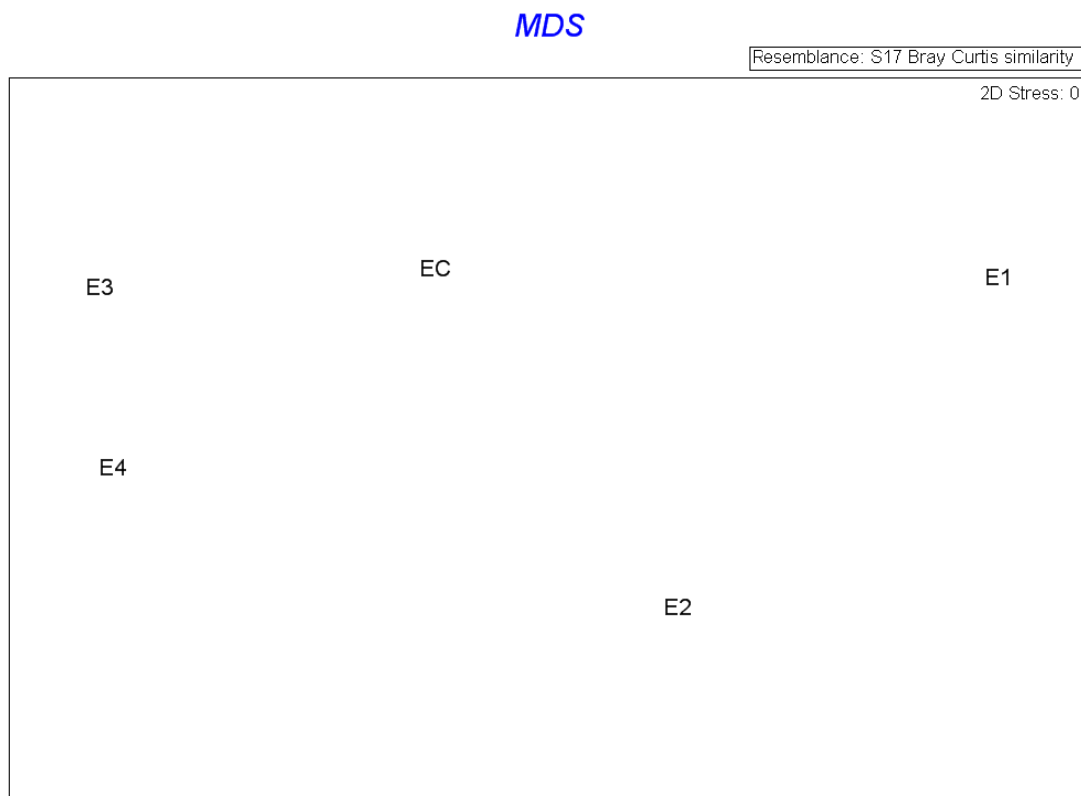


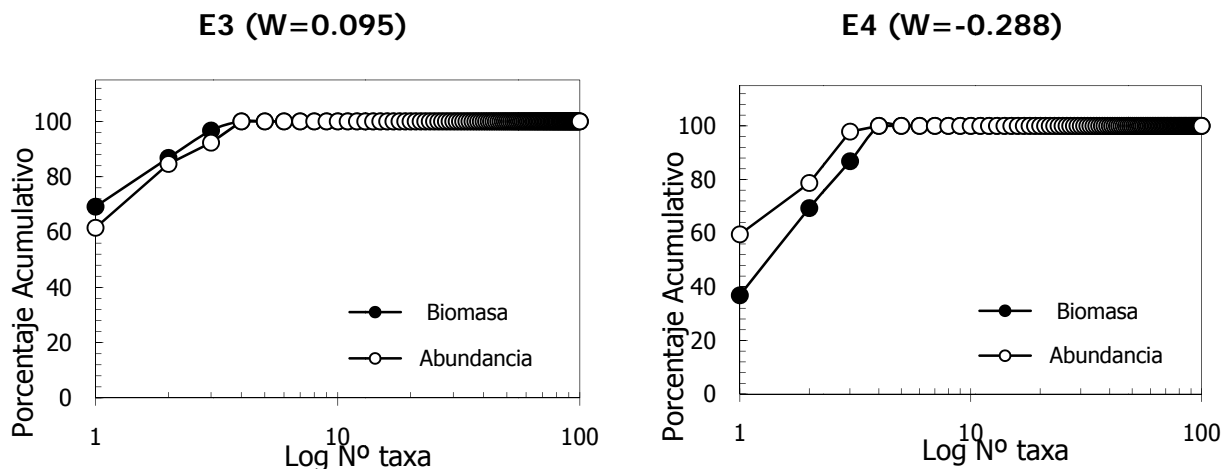
Figura 25.- Análisis de Similitud en las estaciones de muestreo.



4.3.7.- CURVAS ABC

El análisis gráfico de las *Curvas ABC* (ver figura N°26), se basará primordialmente en la sobre-posición que tengan o no las curvas de abundancia, las que en una situación de equilibrio comunitario, deberían mantenerse por debajo de las curvas de biomasa, situación normal y que no indica perturbación. Al mismo tiempo se calculó un *Factor W*, el cual establecerá el nivel de perturbación o equilibrio que tenga la comunidad registrada en cada estación de muestreo; "w negativo" = perturbación y "w positivo" = equilibrio; en resumen, mientras mas negativo sea el valor de W, existirá mayor perturbación, y mientras mas positivo sea dicho valor, la comunidad será mas diversa y equilibrada.

Bajo este escenario, únicamente la estación E3 muestra la curva de abundancia bajo la de biomasa, por lo que su factor w permanece positivo. Por el contrario, las otras estaciones (E4 y C1) muestran que la curva de abundancia está sobre la curva de biomasa, registrándose un factor w negativo, lo que indicaría que la composición faunística colectada se encontraba en proporciones desequilibradas. Cabe señalar que estamos en presencia de un medio dulceacuícola, en donde generalmente la biodiversidad suele ser escasa, en comparación con un medio marino.



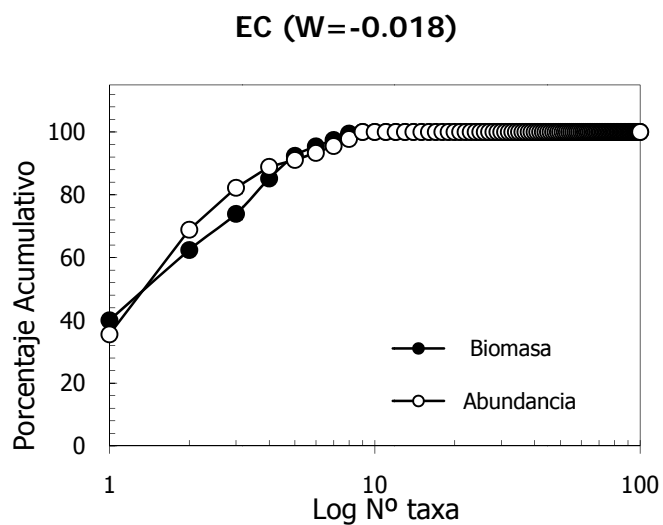


Figura N°26.- Curvas ABC en las estaciones de monitoreo.



V.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Todos los análisis de agua exponen valores que están dentro de rangos similares y que no exceden los niveles establecidos como *Clase 1* del Instructivo Presidencial para el establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Incluso la mayoría de los parámetros entran en la *Clase de Excepción*.

A continuación se recuerda la definición de clases expuesta en la Guía Conama para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas: ***Excepcional:*** Indica un agua de mejor calidad que la Clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República. Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase. ***Clase 1:*** Muy buena calidad. Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las Clases 2 y 3. ***Clase 2:*** Buena calidad. Indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la Clase 3. ***Clase 3:*** Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

Los análisis efectuados sobre el sedimento, indican la presencia de un fondo arenoso. El contenido Orgánico en el sedimento es bajo, de acuerdo a los resultados de Materia Orgánica Total y Carbono Orgánico Total. En el presente monitoreo, al igual que en el estudio de 2009, se detectó abundante material vegetal en algunas estaciones de muestreo. Respecto a la fauna registrada, se aprecia que la composición faunística es muy similar a lo observado en las campañas anteriores, dominando la presencia Chironomidae n.d. Al comparar con el último monitoreo realizado (Abril de 2012), en la presente campaña se detectó una ligera disminución en la riqueza de especies y diversidad.

A continuación, en los siguientes gráficos se compara el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA de Abril de 2012), con los PVA efectuados durante Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010 y Febrero de 2011.

Respecto a la Abundancia registrada (ver figura N°27), se aprecia que este parámetro volvió a tomar valores semejantes a los primeros años (131.25 ind/m²), solo el monitoreo anterior muestra una diferencia significativa (454.667 ind/m²). En la comparación de Riqueza (ver figura N°28), se denota que la cantidad de especies aumenta respecto a los resultados obtenidos durante el 2012, registrándose un promedio mayor a los muestreos realizados con anterioridad (aproximadamente 3.75 taxa). En los gráficos de Diversidad (ver figura N°29) se observa un valor bajo en comparación a los años anteriores con un valor de $H' = 0,463$. En la figura N°30 se observa que el Índice de Dominancia promedio exhibe un



valor menor a los años anteriores, acorde con el valor de diversidad obtenido. En efecto, el índice de dominancia alcanza un promedio de $D' = 0.40$.

En la figura N°31 se aprecian las Gráficas comparativas para el Contenido de Fango en el Sedimento, observándose que esta fracción sedimentaria muestra un ligero aumento respecto del año anterior; en efecto, el promedio de 2012 alcanza el 3.26% de fango, mientras que el presente monitoreo arrojó un 3.91%. Por otro lado, la Materia Orgánica Total (ver figura N°32) sufre una leve baja 1.57% respecto al año anterior 3.32%. Finalmente, el Carbono Orgánico Total exhibe un promedio sin variaciones notables respecto a los años anteriores, manteniéndose un promedio histórico que se encuentra bajo el 2% de COT (ver figura N°33).

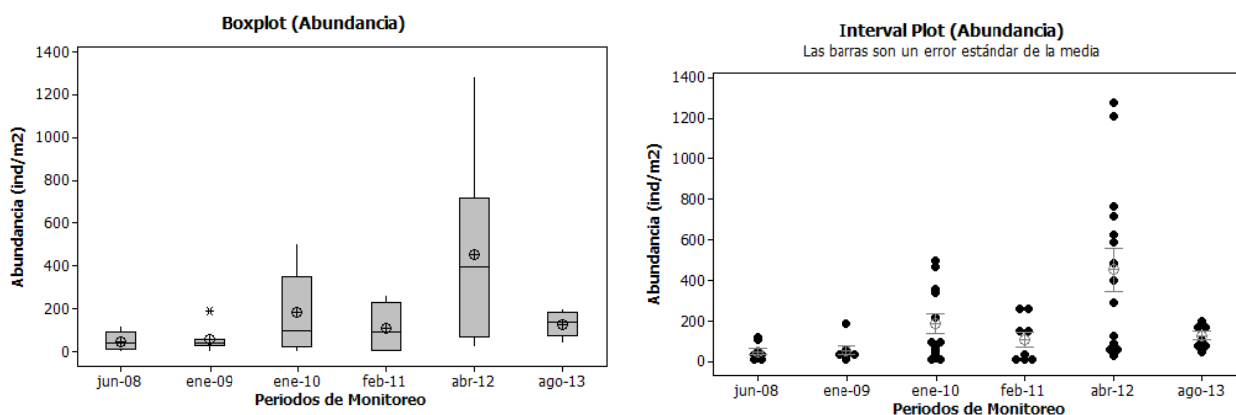


Figura 27.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Abundancia, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

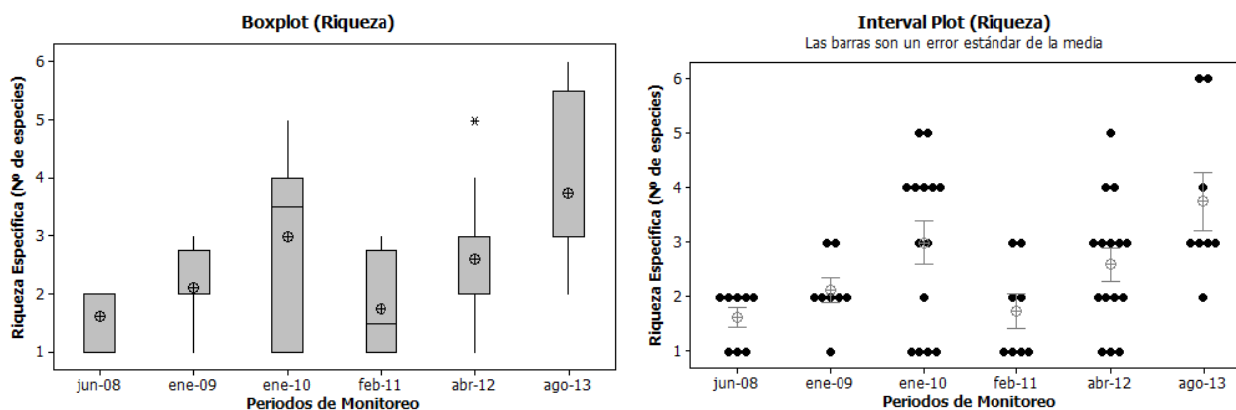


Figura 28.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Riqueza Específica, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013

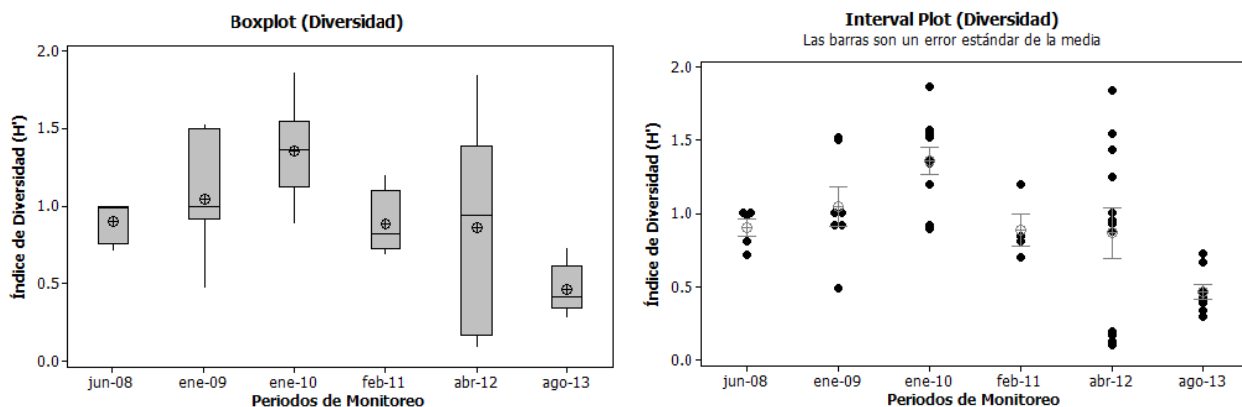


Figura 29.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Diversidad, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

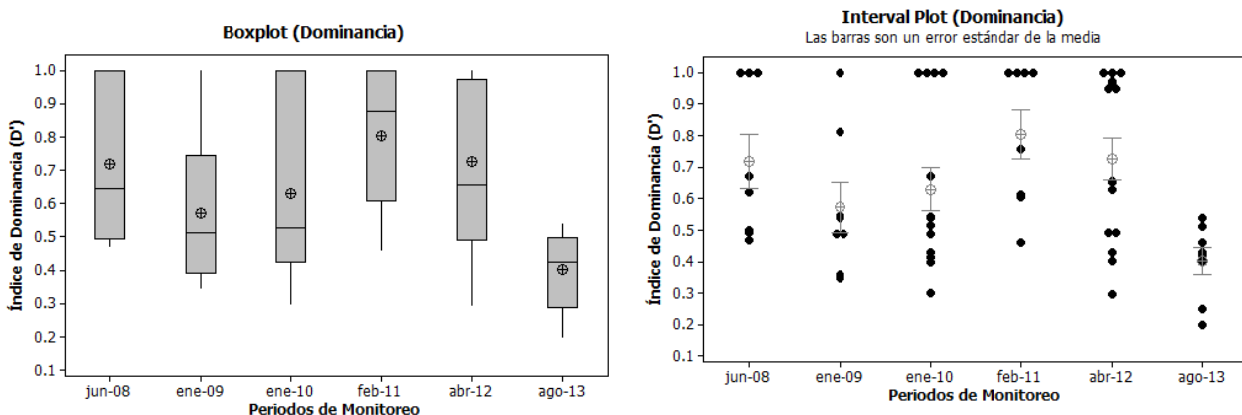


Figura 30.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Dominancia, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

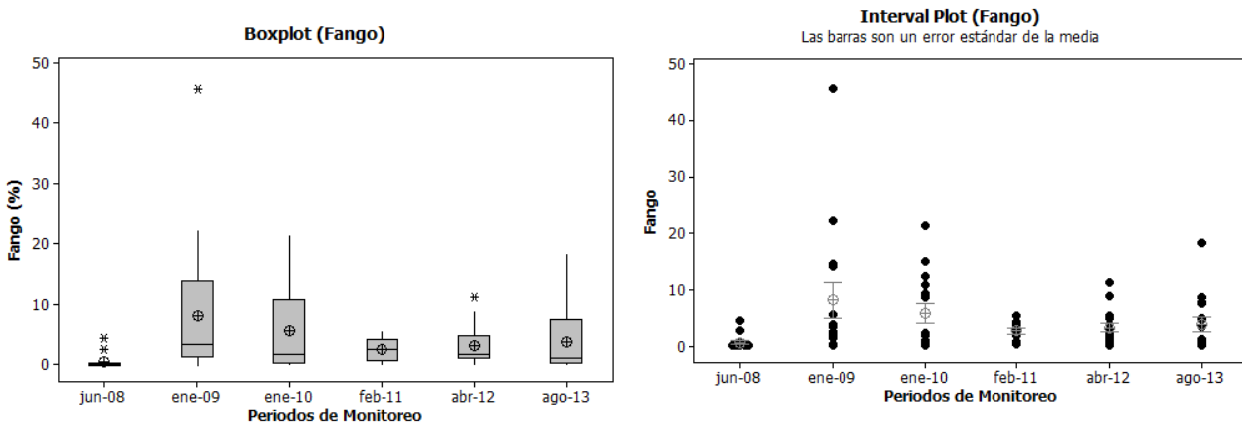


Figura 31.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Fango, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

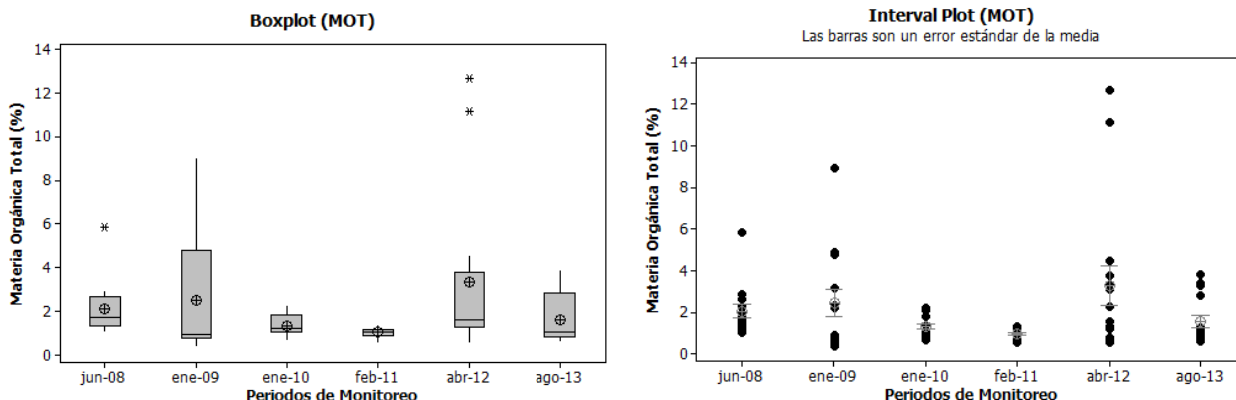


Figura 32.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Materia Orgánica Total, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

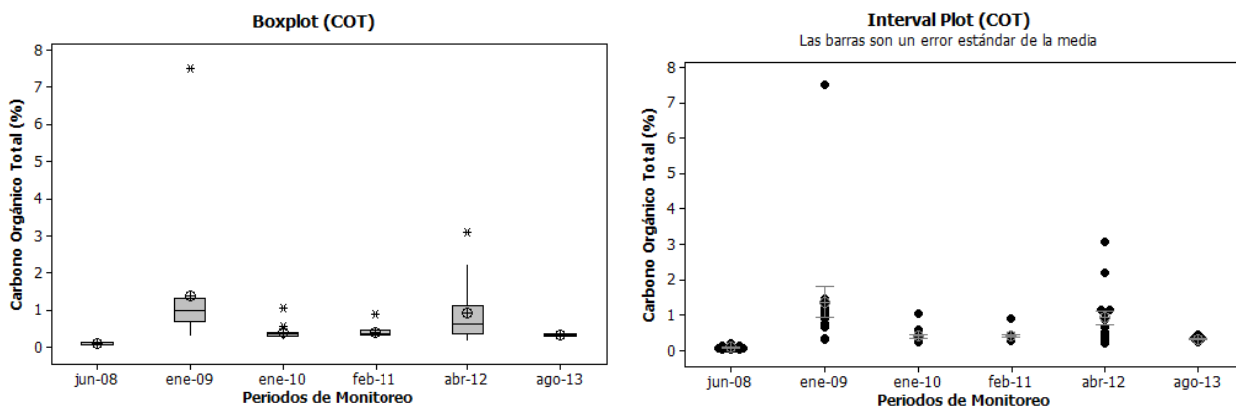


Figura 33.- Gráficos de Caja e Intervalo; Comparación de Carbono Orgánico Total, periodos Junio de 2008, Enero de 2009, Enero de 2010, Febrero de 2011, Abril de 2012 y Agosto 2013.

Del estudio ambiental que involucra el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto “**Sistema de tratamiento de RILES FRIVAL**” de la empresa Procesadora de Carnes del Sur Ltda., se puede concluir lo siguiente:

- En la columna de agua, los parámetros medidos no exhibieron un patrón que induzca a concluir un deterioro ambiental, todo lo contrario, los parámetros medidos presentan valores que están dentro de rangos similares y que no exceden los niveles establecidos como clase de excepción y clase 1, del Instructivo Presidencial para el establecimiento de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.



- Al evaluar los resultados obtenidos desde las muestras de sedimento, se desprende en general que el área impacto se encuentra dentro de lo que se ha venido monitoreando desde Junio de 2008, manteniéndose en general niveles bajos de Fango, Materia Orgánica Total y Carbono Orgánico Total en el sedimento. En el análisis comparativo, resalta el aumento de riqueza de especies respecto al año 2012, situación que se repite en relación al monitoreo del año 2012, donde la riqueza de especies fue mayor al año 2011.



VI.- BIBLIOGRAFÍA

- CLARKE K. R. Y R. M. WARWICK. 1994. Change In Marine Communities: An Approach To Statistical Analysis And Interpretation. Natural Environmental Research Council. Plymouth, Reino Unido: 144 Pp.
- CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18:117-143.
- FERRARO, S. P. Y F. A. COLE. 1990. Taxonomic Level And Sample Size Sufficient For Assessing Pollution Impacts On The Southern California Bight Macrobentos. Marine Ecology Progress Series 67: 251-262.
- FIELD, J.G., K.R. CLARKE & R.M. WARWICK. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 37-52.
- GAMITO, S. 1997. Application Of Canonical Correspondence Analysis To Environmental And Benthic Macrofauna Data Of Four Sites In The Ria Formosa (Portugal). En: Investigaciones Sobre El Bentos Marino: IX Simposio Ibérico De Estudios Del Bentos Marino (19-23 De Febrero, 1996. Alcalá De Henares, Madrid, España). J. M. Viéitez Y J. Junoy (Eds.). Publicaciones Especiales. Instituto Español De Oceanografía 23: 41-52.
- GRAY, J. S. 1981. The Ecology Of Marine Sediments: An Introduction To The Structure And Function Of Benthic Communities. Cambridge University Press. Cambridge: 185 Pp.
- HEIP, C., R. M. WARWICK Y M. R. CARR. 1988. Analysis Of Community Attributes Of The Benthic Meiofauna Of Frierfjord/Langesundfjord. Marine Ecology Progress Series 15: 1-11.
- LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE. 1979. Ecologie Numerique. V.2. La structure des données écologiques. Masson, Paris & Presses de l' Université du Quebec. 254pp.
- LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley and Sons. Nueva York. 337 p.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos Para Medir La Biodiversidad. M&T-Manuales Y Tesis Sea V1, Cyted-Orcyt-Unesco-Sociedad Entomológica Aragonesa (Sea), Zaragoza, 84 Pp.
- PIELOU, E.1966. The measurement of in different types of biological collection. J. Theoret. Biol. 13: 131.144.



SANDERS, H. L. 1956. Oceanography Of Long Island Sound, 1952-4. The Biology Of Marine Bottom Communities. Bulletin Of The Bingham Oceanographic Collection 15: 345-414.

SNEATH PHA & RR SOKAL (1973) Numerical Taxonomy. H. Freeman & Co., San Francisco. 538 Pp.

WARWICK, R. AND K. CLARKE. 1994. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. Marine Biology, Volume 118, Number 4 / March, 1994.

WARWICK, R. M. 1993. Environmental Impact Studies On Marine Communities: Pragmatical Considerations. Australian J. Ecol. 18: 63-80.



VII.- Anexo 1 INFORME DE LABORATORIO SEDIMENTO



Anexo 2 INFORMES ANÁLISIS AGUA



Anexo 3 PERMISO SHOA